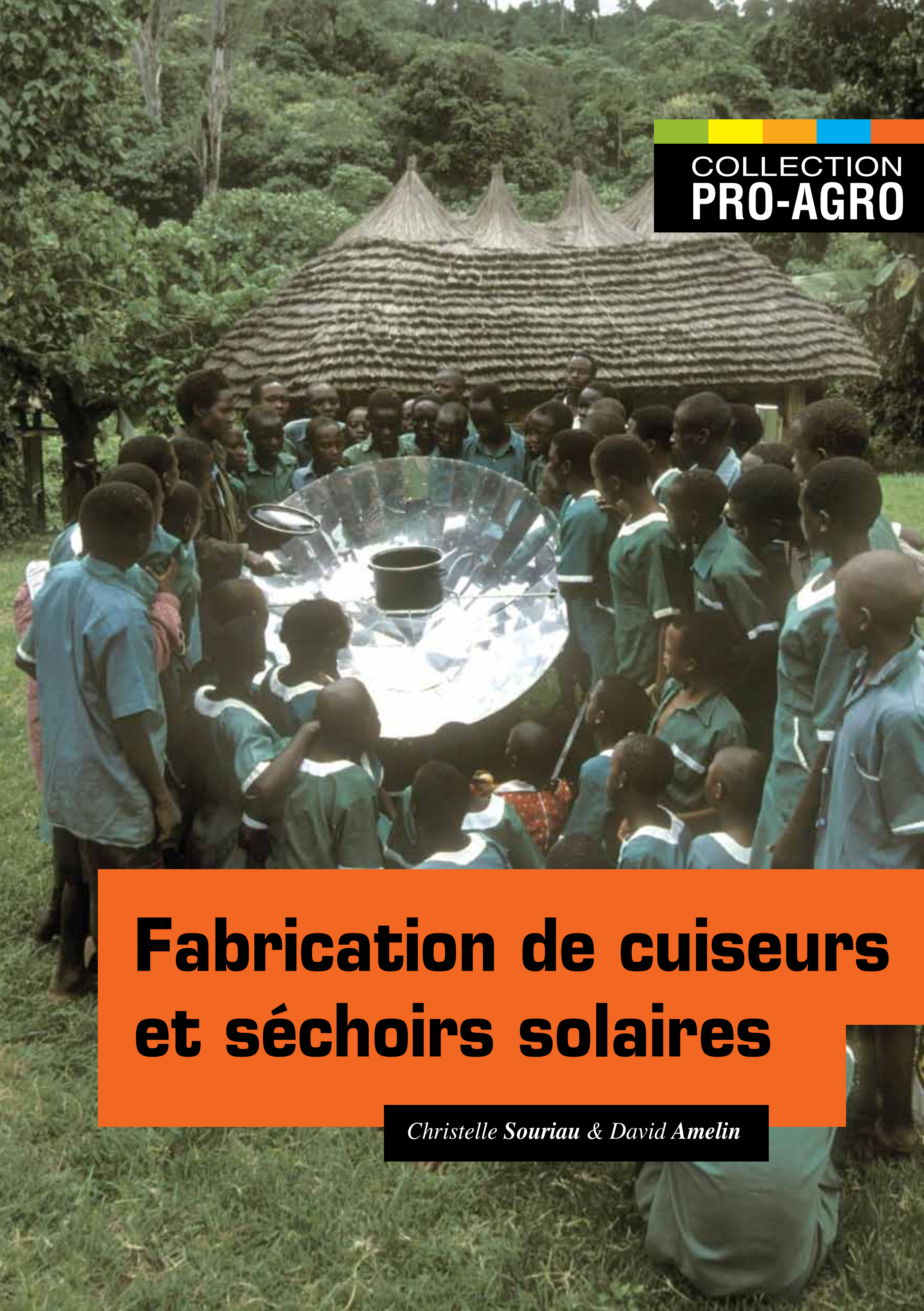


COLLECTION
PRO-AGRO

Fabrication de cuiseurs et séchoirs solaires

Christelle ***Souriau*** *& David* ***Amelin***

Intervenants

COORDINATRICE

E. Lionelle Ngo-Samnick

AUTEURS

Christelle Souriau et David Amelin

RÉVISEUR PRINCIPAL

Rodger Obubo

RELECTEURS

Pascale Cognet, Jean-François Colmant et Pascal Nondjock

ILLUSTRATIONS

Joseph Samuel Samnick et J.M. Christian Bengono

MISE EN PAGE

Stéphanie Leroy

La collection Pro-Agro est une coédition d'Ingénieurs Sans Frontières Cameroun (ISF Cameroun) et du Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA).
CTA – P.O. Box 380 – 6700 AJ Wageningen – Pays-Bas – www.cta.int
ISF Cameroun – BP 7105 - Douala-Bassa - Cameroun – www.isf-cameroun.org

Couverture : © Hollandse Hoogte/Fred Hoogervorst
ISBN (CTA) : 978-92-9081-554-9

Sommaire



Généralités

Le séchage des aliments au soleil et à l'air libre est une pratique ancestrale qui ne donne pas toujours des produits de bonne qualité. La cuisson des aliments quant à elle se fait traditionnellement avec du bois, du pétrole, du charbon ou du gaz, ce qui demande beaucoup d'attention et d'énergie.

Les techniques améliorées d'utilisation de l'énergie solaire sont peu connues, mais permettent pourtant d'obtenir des produits économiques, écologiques, de meilleure qualité et sont simples d'utilisation. Les cuiseurs et séchoirs solaires permettent de capturer les rayons du soleil pour chauffer et sécher les aliments.

Ce guide présente des méthodes simples de fabrication et d'utilisation de cuiseurs et de séchoirs solaires : un cuiseur boîte, un cuiseur à panneaux, ainsi qu'un séchoir solaire direct et un séchoir solaire indirect. Facilement réalisables et utilisés en toute autonomie, ils permettent de satisfaire à moindre coût les besoins alimentaires de populations variées.

Sans risque pour l'environnement, le cuiseur solaire permet de gagner du temps, de l'argent et de l'énergie. Tous les aliments (légumes, fruits, viandes, céréales, pain, etc.) peuvent y être cuisinés. Contrairement à la cuisson traditionnelle, la cuisson solaire est plus lente et permet par conséquent d'avoir des plats plus sains en préservant le goût et les nutriments, tout en rendant les viandes plus tendres. Les légumes, les fruits et les viandes cuisent parfaitement sans eau permettant ainsi d'accélérer la cuisson. Par contre, les céréales et féculents doivent être cuits dans une quantité d'eau inférieure d'un tiers à la quantité nécessaire pour la cuisson traditionnelle.

Comparés au séchage en plein air, les séchoirs solaires permettent une meilleure conservation des produits. Les températures étant plus élevées, le séchage est plus complet. Les aliments sèchent 2 à 5 fois plus vite dans un séchoir solaire qu'à l'air libre. De plus, il permet de réduire les risques sanitaires en protégeant les produits contre les moisissures, les insectes, les animaux, la poussière et tout autre déchet. Le séchoir solaire diminue les manipulations et réduit le temps de séchage. Il permet d'obtenir des produits de meilleure qualité. La manipulation étant réduite, il n'y a pas de risque d'émiettement des produits.

1

CUISEURS SOLAIRES

Ce guide pratique présente deux modèles principaux : un « cuiseur boîte » et un « cuiseur à panneaux » qui permettent d'atteindre des températures moyennes de 120 à 150 °C pour cuire, rôtir ou bouillir. Il est à noter qu'il existe d'autres types de cuiseurs solaires qui atteignent des températures plus élevées permettant de frire ou de griller les aliments.

1.1 Types de cuiseurs solaires

On distingue trois types de cuiseurs solaires :

 *Cuiseur solaire à réflecteur parabolique*	Également appelés « cuiseurs paraboliques », les cuiseurs à concentrateur incurvé atteignent rapidement de très hautes températures, mais nécessitent un ajustement fréquent et de nombreuses précautions concernant la sécurité. D'une puissance estimée à 400 W, ils sont les plus chers. La parabole permet de tout cuire et de réaliser des fritures.
 *Cuiseur boîte*	Solide et performant, le cuiseur boîte est construit avec une caisse en bois isolée contenant une caisse plus petite dont le fond est noir et les parois intérieures recouvertes d'aluminium. Un double vitrage recouvre l'ensemble et permet de produire un effet de serre. Pouvant être fabriqué avec des matériaux locaux (bois, laine de mouton, etc.), il permet d'atteindre facilement des températures de 120 à 150 °C. Facile à fabriquer, le cuiseur boîte est le plus utilisé.
 *Cuiseur à panneaux*	Les cuiseurs à panneaux combinent les éléments du cuiseur boîte et du cuiseur parabolique. Très facile à construire, le cuiseur à panneaux n'est équipé ni de vitre ni de système d'isolation. Ses surfaces réfléchissantes sont sans danger pour les yeux. Ses températures étant régulières, il n'a pas besoin d'être ajusté pendant la cuisson. Pour le ranger, il suffit de le plier.

1.2 Facteurs essentiels pour la cuisson solaire

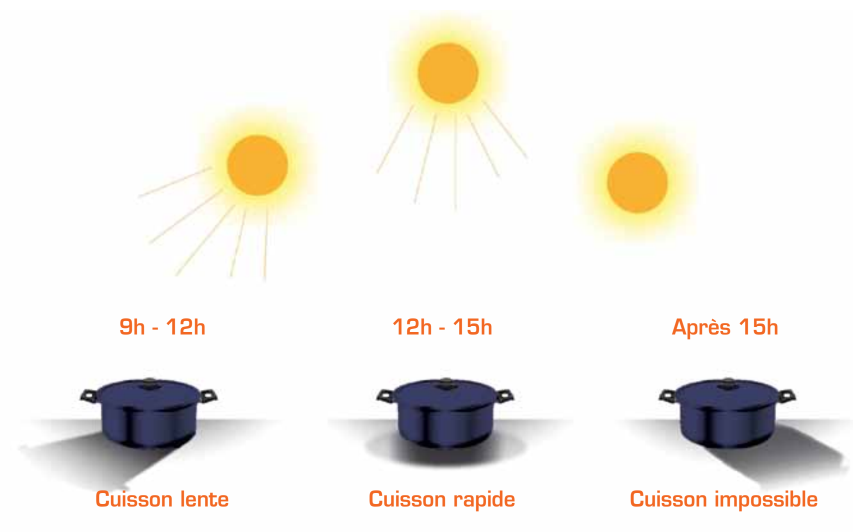
Emplacement du cuiseur solaire

Le cuiseur solaire doit être placé à l'extérieur, dans un endroit ensoleillé, exposé au vent, mais protégé des vents violents, des nuages, des brumes, de la poussière et de l'ombre éventuelle des arbres ou des bâtiments proches qui réduit le rayonnement et augmente le temps de cuisson.

Le lieu choisi doit être éloigné des sites de dépôt de déchets humains, de déchets d'animaux et des eaux usées. Il est préférable de clôturer le site pour éviter la présence d'animaux domestiques.

Moment d'utilisation du cuiseur solaire

Le cuiseur solaire doit être utilisé quand la longueur de l'ombre sur le sol est plus petite que la taille réelle du cuisinier. Le soleil doit donc être assez haut dans le ciel pour permettre la cuisson. La cuisson solaire ne doit se faire ni tôt le matin ni après le coucher du soleil. Par conséquent, l'idéal est de cuisiner entre 9 et 15 heures.



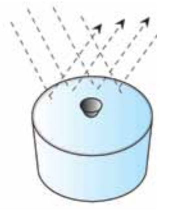
Les heures propices à la cuisson solaire

Types de récipients utilisés pour la cuisson des aliments

Il est préférable d'utiliser des récipients de couleur foncée qui absorbent mieux la chaleur, tandis que les couleurs claires réfléchissent les rayons du soleil.

Capture ou réflexion des rayons du soleil 


Capture des rayons


Réflexion des rayons

Durée de la cuisson
La durée de la cuisson solaire dépend de la période de l'année, du moment de la journée, du degré d'ensoleillement, du type de récipient utilisé, du plat à cuire et de la quantité de nourriture préparée. Les facteurs essentiels pour la cuisson solaire sont représentés dans la figure suivante.

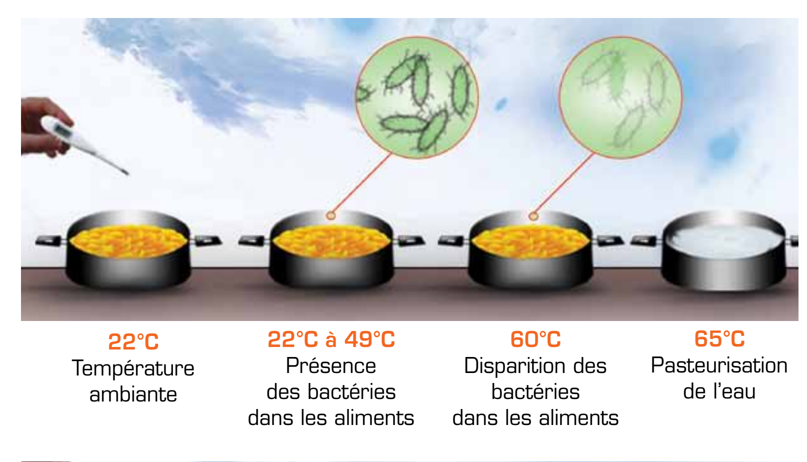
Facteurs essentiels pour la cuisson solaire

	Cuisson rapide	Cuisson lente
Période de la journée		
Intensité du soleil		
Force du vent		
Epaisseur du récipient		
Quantité et taille de la nourriture		
Quantité d'eau		

La cuisson solaire ne convient pas aux préparations qui doivent être remuées de temps en temps. L'idéal est de mettre tous les ingrédients nécessaires dès le début.

Cuisson alimentaire en fonction des températures

Dans des conditions normales, les cuiseurs solaires simples peuvent atteindre une température de 120 °C. Pour éviter la prolifération des bactéries, il est nécessaire de cuire les aliments à une température supérieure à 60 °C. Entre 82 °C et 91 °C, les aliments cuisent sans brûler, et ne perdent pas leurs nutriments. Les aliments cuisinés peuvent rester sans aucun risque dans le cuiseur jusqu'au repas.



22°C Température ambiante

22°C à 49°C Présence des bactéries dans les aliments

60°C Disparition des bactéries dans les aliments

65°C Pasteurisation de l'eau



71°C Pasteurisation des aliments

82°C Cuisson

100°C Ébullition de l'eau

100°C - 130°C Cuisson solaire simple

En général, la cuisson solaire dure deux fois plus longtemps que la cuisson traditionnelle. Les durées approximatives de cuisson solaire par temps ensoleillé sont présentées dans la figure suivante. Ces durées sont données pour deux kilos de nourriture.

Durée approximative de cuisson des aliments



1 à 2 heures	3 à 4 heures	5 à 6 heures
Oeufs	Pommes de terre	Rôti de viande
Riz	Haricots	Soupe
Fruits	Manioc	
Légumes	Viande	
Poisson	Pain	
Poulet		

La durée de cuisson des aliments varie selon le type d'aliment. Comme dans la cuisine traditionnelle, les viandes et les soupes doivent être cuites plus longtemps.

1.3 Construction et utilisation du cuiseur boîte

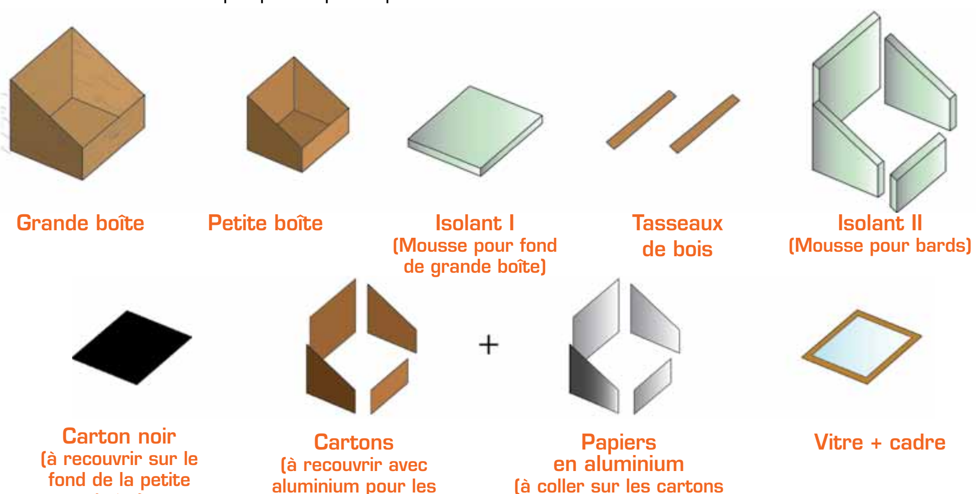
Matériel et matériaux nécessaires

• 2 boîtes en bois de taille différente, dont l'une plus petite devant rentrer dans l'autre. La boîte extérieure peut être fabriquée avec du bois ou du contreplaqué, celle intérieure à partir de bois, ou de métal (aluminium de préférence).

• Au choix et selon la disponibilité : du polystyrène, des blocs de mousse, du papier journal froissé en boules, de la laine de mouton, des fibres de plantes séchées (riz, feuilles de bananier, fibres de noix de coco, etc.), des plumes ou des cendres pour isoler l'espace entre les deux boîtes (pas de polyvinyle, pas de laine de verre ou d'autres plastiques qui dégagent de la fumée à haute température). La laine de mouton ou la cendre devront être disponibles en grande quantité. Toutefois, la cendre augmente le poids du four.

Matériaux nécessaires

• Du carton
• Un carton d'emballage très rigide (pour les réflecteurs)
• Du papier aluminium
• Une vitre transparente un peu plus grande que la plus petite boîte (ou une plaque de plastique de cette taille
• De la colle non toxique
• Du papier collant
• Divers morceaux de bois
• Des ciseaux
• Une règle
• Un marqueur à tableau blanc

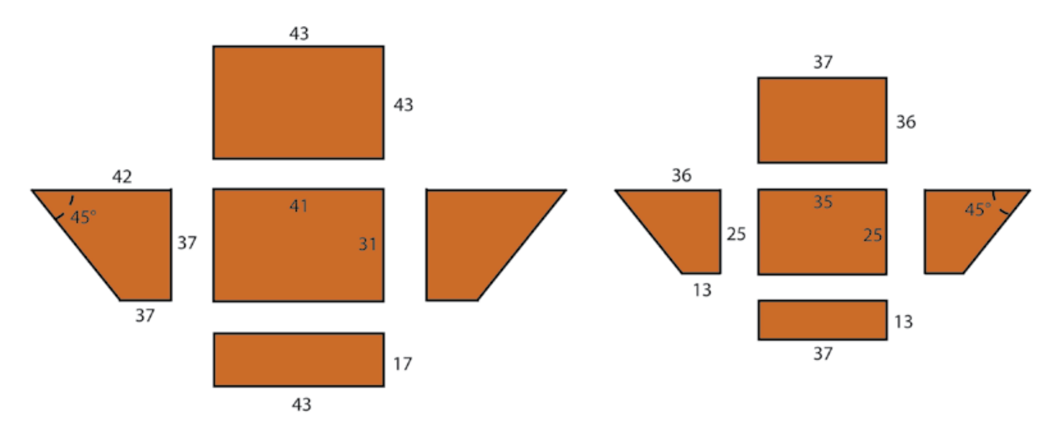


Fabrication du cuiseur boîte

Le cuiseur boîte est constitué de deux boîtes en bois ou en carton, l'une plus grande que l'autre de trois centimètres dans toutes les directions.

>>> *Construction des deux boîtes*

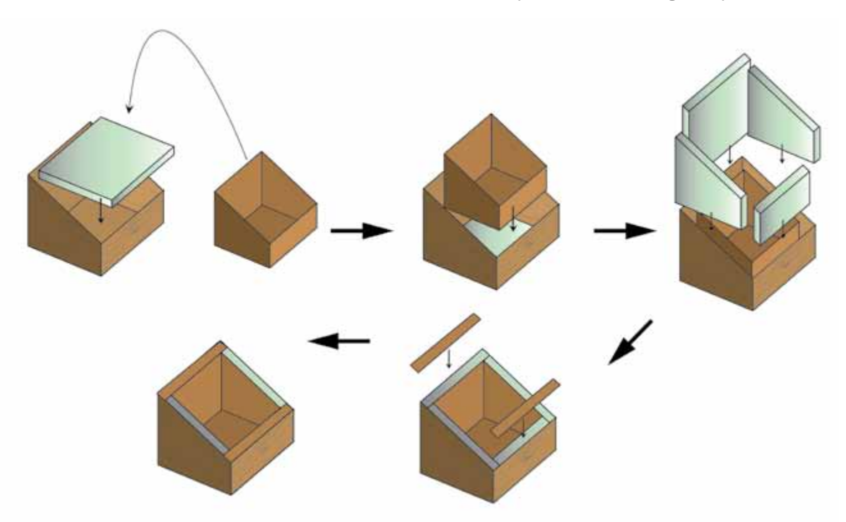
Utiliser les schémas ci-dessous pour obtenir les 2 boîtes en bois ou en carton.



** Toutes les mesures sont en centimètres.*

>>> *Assemblage des deux boîtes*

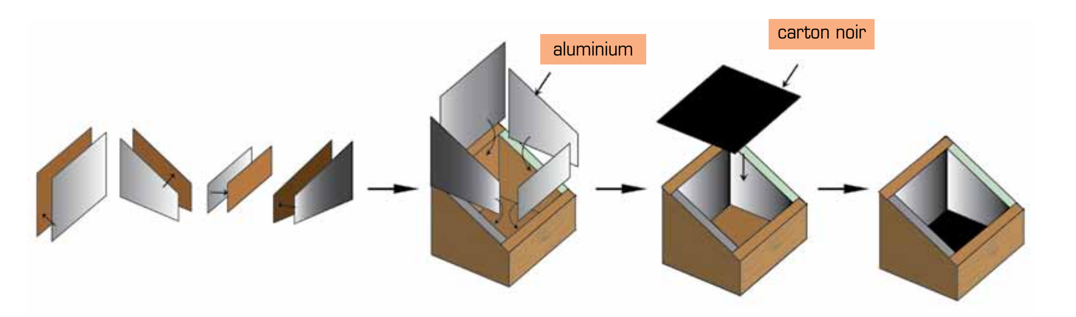
- Remplir le fond de la grande boîte avec l'isolant sur une hauteur de 1 à 3 cm.
- Placer la seconde boîte à l'intérieur de la première. Rembourrer les espaces vides entre les boîtes avec le même matériau utilisé pour le fond sans déformer les boîtes, tout en s'assurant qu'elles ne bougent pas.



• Placer des morceaux de mousse au-dessus de l'isolant afin de remplir totalement l'espace entre les deux boîtes.
• Fermer l'espace entre les deux boîtes avec quatre tasseaux en bois de sorte que tous les bords se joignent harmonieusement.

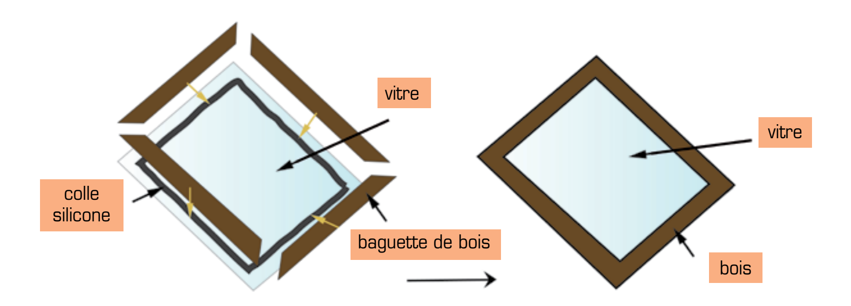
>>> *Fabrication des réflecteurs à l'intérieur de la boîte*

• Découper des morceaux de carton de la taille des parois intérieures de la petite boîte. Recouvrir de papier aluminium. Coller le papier aluminium sur le carton en veillant à ce qu'il soit bien lisse, sans plis ni bulles d'air ou de colle.
• Agrafer le carton recouvert de papier aluminium sur les parois intérieures du four. Tapisser le fond de la boîte intérieure avec du carton noir qui absorbe la chaleur.

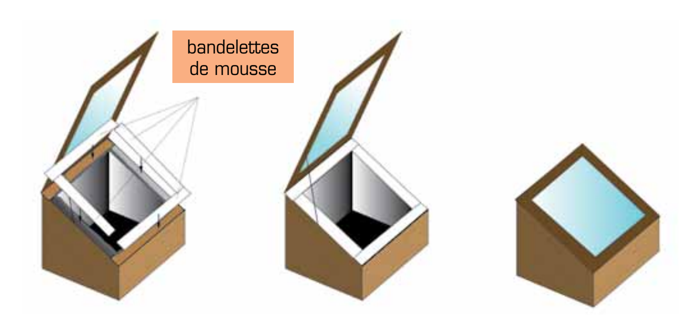


>>> *Génération de l'effet de serre*

• Pour améliorer la cuisson, mettre le plat dans un « attrape-chaleur », c'est-à-dire sous une vitre en verre ou en plastique.
• Fabriquer deux cadres en bois aux dimensions du cuiseur. Choisir une vitre de même dimension et la poser sur le premier cadre. La fixer avec des joints en silicone. Poser le deuxième cadre et le fixer de la même façon.



• Fixer la vitre sur le haut du four avec deux petites charnières. Pour assurer l'étanchéité du four lors de sa fermeture, placer quatre bandelettes de mousse sur les 4 côtés en haut du four. La vitre vient se poser sur le joint et évite la sortie de l'air chaud.

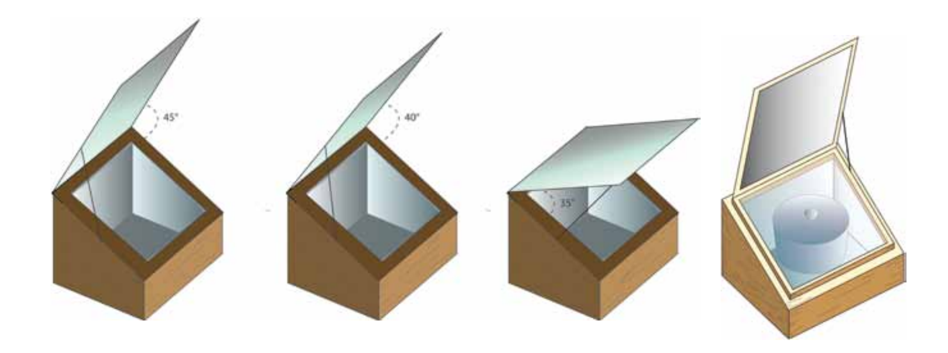


>>> ***Fabrication du réflecteur du dessus***

Pour le réflecteur, utiliser une planche de carton très rigide. Y coller du papier d'aluminium. Pour la jonction entre le four et le réflecteur, utiliser une charnière ou un morceau de carton. Fixer le réflecteur à l'arrière du four à l'aide de cette charnière.

Le réflecteur doit être maintenu en position verticale au-dessus de la boîte. Le support du réflecteur va permettre de faire varier l'angle entre le réflecteur et la boîte. Plusieurs positions seront ainsi possibles pour permettre une bonne réflexion des rayons du soleil.

Pour fabriquer le support du réflecteur, coller un petit morceau de carton (5 cm x 2 cm) sur le cadre de la boîte et un autre sur le réflecteur. Plier une fine tige de fer de 40 cm aux deux extrémités. Insérer le fil de fer dans les ondulations du carton. Différentes positions pourront ainsi être choisies pour permettre d'ajuster la position du réflecteur.



1.4 Construction du cuiseur à panneaux

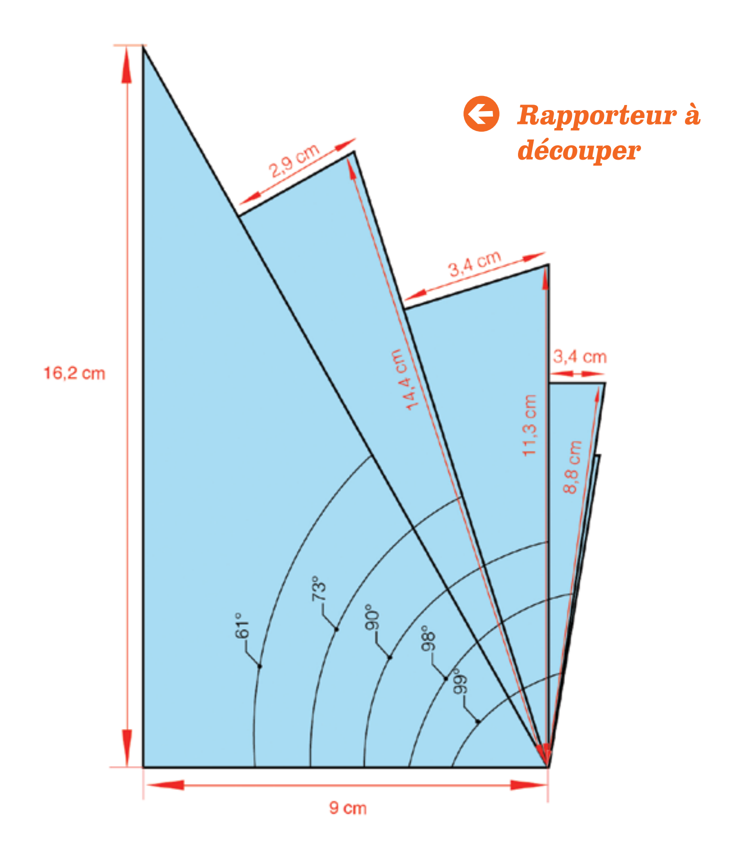
Le cuiseur à panneaux est un modèle réalisé avec du carton recouvert d'aluminium. Replié autour d'un récipient contenant les aliments, le carton réfléchit les rayons du soleil. Simple et transportable, ce modèle peut être construit en une à deux heures. Le construire plus grand si nécessaire.

Matériaux nécessaires

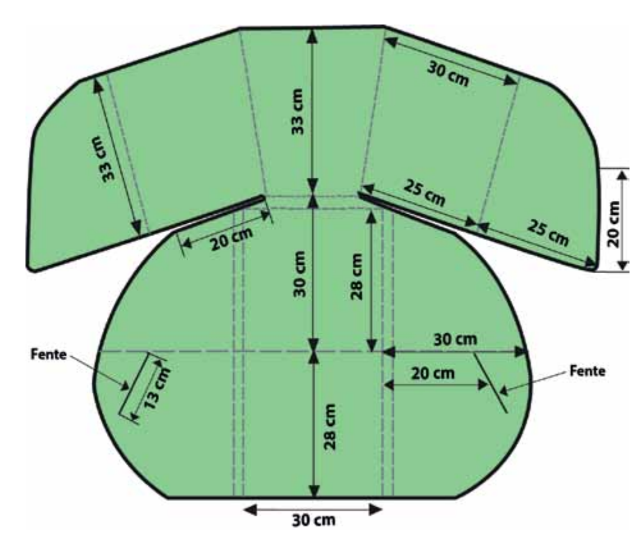
- Du carton ondulé de 0,9 m x 1,2 m
- Des feuilles d'aluminium
- De la colle non toxique
- De la peinture noire

Étapes de construction

- Pour reproduire les angles de façon précise, découper un rapporteur suivant le schéma ci-dessous.

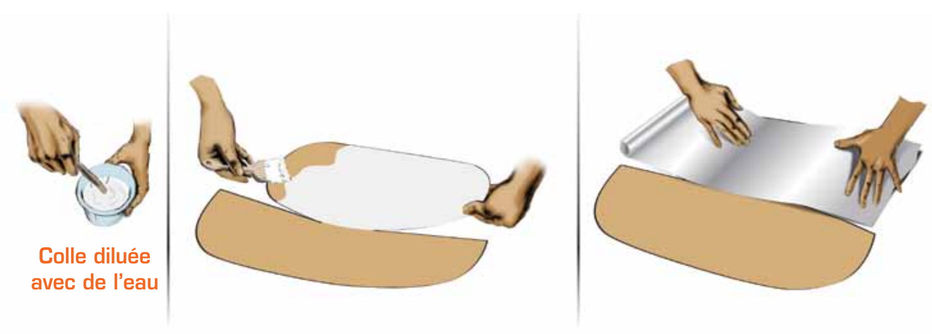


• Étaler le carton sur une surface plate et y dessiner les contours du cuiseur à l'aide du plan ci-dessous.



Plan du cuiseur à panneaux

• Pour obtenir les formes du cuiseur, découper les 2 fentes avec précision en prenant soin de ne pas les élargir. La largeur des fentes est essentielle à la stabilité de la structure.
• Marquer les lignes de pliage à l'aide d'un outil fin (manche de cuillère, manche de couteau, règle). Plier le carton en suivant les lignes de pliage.
• Pour une bonne conservation du cuiseur et pour éviter l'humidité, peindre l'arrière du carton (surfaces non réfléchissantes). Laisser sécher.
• Coller une feuille d'aluminium sur toute la surface avant du cuiseur. Prendre soin de bien coller les zones de pliage. Laisser sécher.

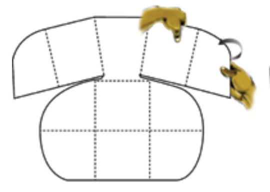
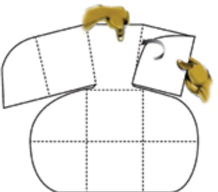
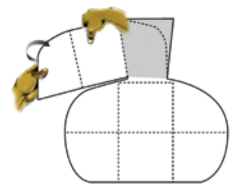
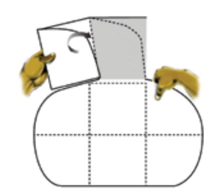


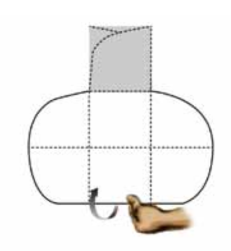
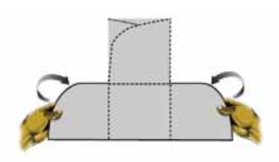
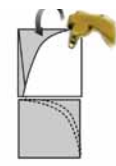
Collage de l'aluminium sur le cuiseur à panneaux

• Plier le cuiseur et le monter. Le cuiseur à panneaux est terminé.

• Le cuiseur peut être plié en deux ou de façon à ne plus faire que 33 cm^2 de surface.




Pliage du cuiseur à panneaux

• Ranger le cuiseur à l'abri de l'humidité et des animaux. De temps en temps, essuyer les parois réfléchissantes du cuiseur avec un chiffon sec. Si les panneaux de carton se mouillent, le poser à plat (face brillante contre le sol) jusqu'à ce qu'il soit sec. Prendre soin de ne pas abîmer la surface brillante.

• Les sacs en plastique utilisés pour servir d'attrape-chaleur (voir section suivante) peuvent être utilisés plus de dix fois. S'ils se déchirent, les réparer éventuellement à l'aide de ruban adhésif afin de prolonger leur usage.

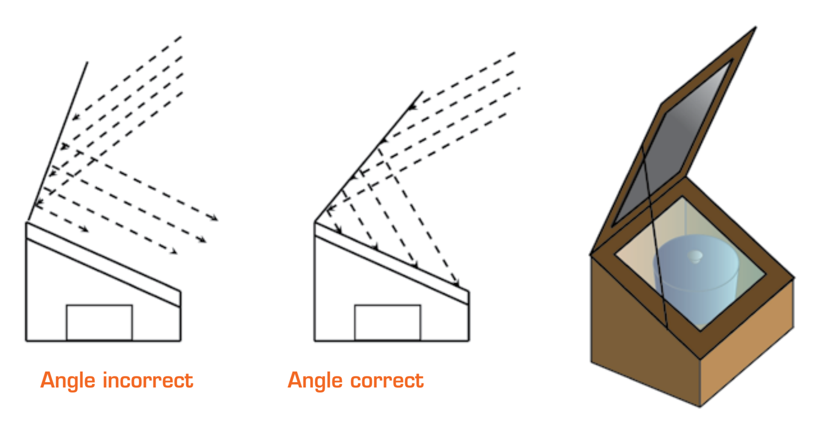


1.5 Utilisation des cuiseurs solaires

Pour éviter toute contamination des aliments lors de l'utilisation des cuiseurs solaires, il est indispensable de respecter les règles d'hygiène suivantes :
- se laver les mains avec du savon avant de manipuler les aliments
- nettoyer et sécher les ustensiles avant utilisation
- nettoyer les surfaces qui seront en contact avec les aliments
- consommer rapidement les aliments qui ont été cuits.

Utilisation du cuiseur boîte pour la cuisson des aliments

• Avant de commencer la cuisson avec un cuiseur boîte, ajuster le réflecteur pour permettre d'avoir un angle correct et une réflexion des rayons du soleil sur les aliments. L'angle idéal permet la réflexion d'un maximum de rayons du soleil sur la vitre, comme indiqué sur la figure ci-dessous.

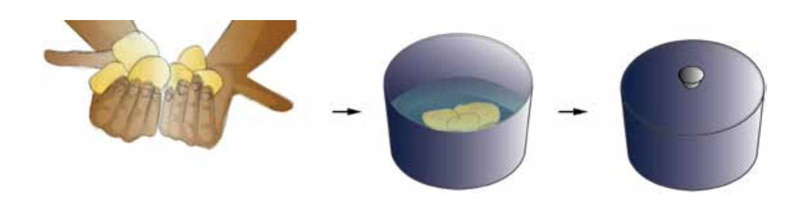


Orientation du réflecteur pour une réflexion optimale des rayons du soleil

• Mettre les aliments dans un récipient de couleur foncée avec un couvercle.
• Disposer le récipient au centre du cuiseur boîte et laisser cuire le repas sans remuer la nourriture pendant la cuisson. Éviter d'ouvrir le cuiseur pendant la cuisson, car cela provoque une perte de chaleur.
• Bien orienter le cuiseur solaire par rapport au soleil pour mieux capter le rayonnement. Réorienter le cuiseur une fois par heure pour obtenir une efficacité optimale.

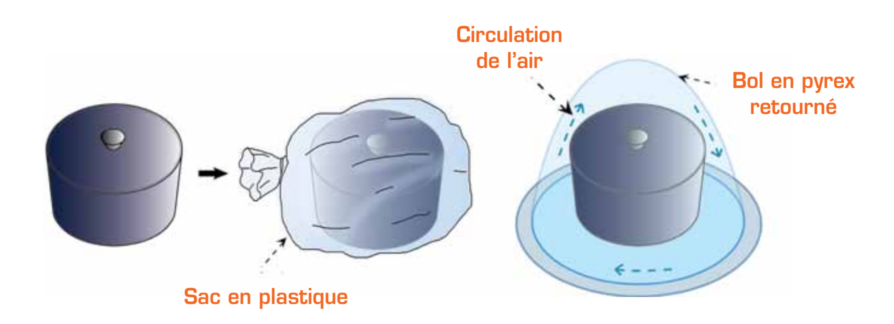
Utilisation du cuiseur à panneaux pour la cuisson des aliments

• Mettre les aliments dans un récipient de couleur foncée avec un couvercle.



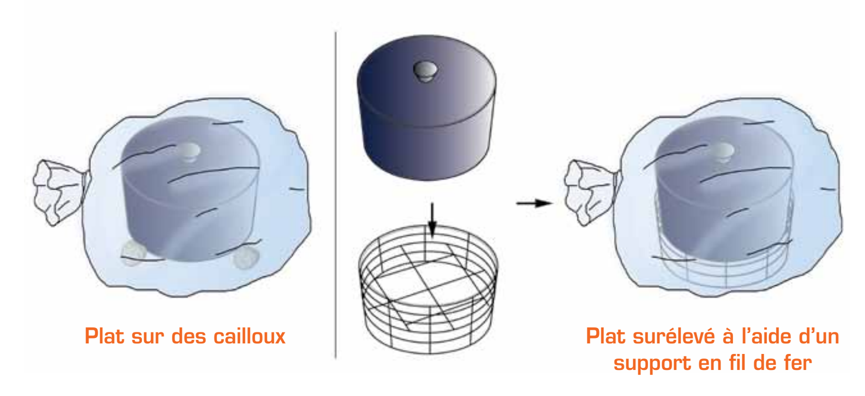
Remplissage de la marmite

• Pour augmenter l'efficacité des cuiseurs à panneaux, mettre le plat dans un « attrape-chaleur » transparent qui laisse passer les rayons solaires. Utiliser soit un sac en plastique résistant à la chaleur soit un grand récipient en verre retourné. Les bols en Pyrex retournés peuvent être utilisés, mais prévoir dans ce cas un support en verre sur lequel placer le tout pour éviter de gâter le cuiseur.



Fabrication d'un attrape-chaleur

Placer le plat sur un support en fil de fer ou un support fait avec des cailloux afin de créer un courant d'air autour du plat sans perte de chaleur. Prendre soin de choisir un support bien stable, par exemple un support plus grand que le récipient. Le plat doit être fixé sur le support à environ 6 cm de hauteur. Ce support permet aux rayons du soleil d'être reflétés à la fois sur le plat, en dessous et sur les côtés. Fermer le sac.



Plat sur des cailloux

Plat surélevé à l'aide d'un support en fil de fer

Installation de la marmite sur un support stable

• Installer le cuiseur à plat dans un endroit bien ensoleillé et non ombragé. L'ensoleillement doit être maximal et continu.
• Orienter le cuiseur pour que son ombre soit directement derrière lui et non sur le côté. Pour accélérer la cuisson, ajuster la position toutes les deux heures.
• Préparer les plats vers 9 à 10 heures pour qu'ils soient prêts pour le déjeuner. Préparer les plats vers 13 à 14 heures pour qu'ils soient prêts pour le dîner.
• Pour une cuisson faite tout le long de la journée, orienter le cuiseur dans la direction où sera le soleil à midi ou en début d'après-midi.
• Si besoin, ajuster la position du panneau avant du cuiseur.

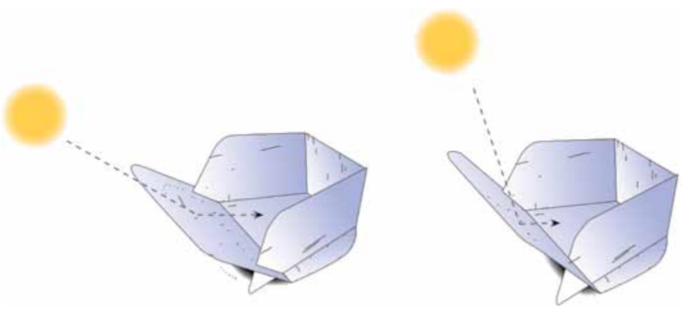






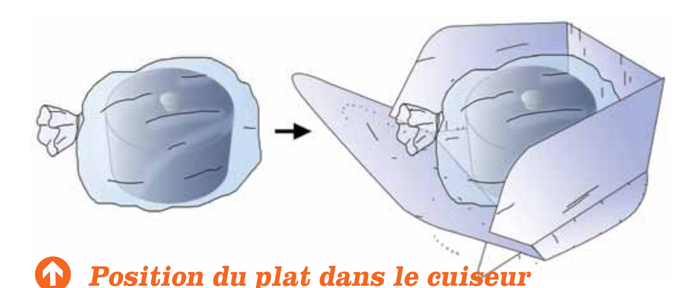
Pliage du cuiseur

Positionnement du cuiseur par rapport au soleil

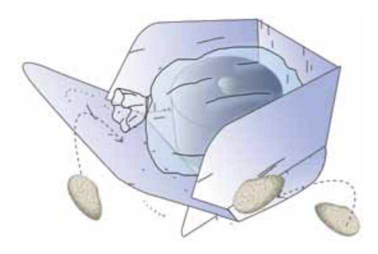


Position du panneau avant du cuiseur

L'ombre du panneau avant doit rester petite. Le panneau doit être relevé quand le soleil est haut dans le ciel, et abaissé lorsqu'il est bas dans le ciel. La réflexion des rayons solaires doit être la plus grande possible.



Position du plat dans le cuiseur



En cas de vent fort, placer des pierres ou des briques de chaque côté du cuiseur pour le stabiliser. Ne pas placer de pierres à l'intérieur du cuiseur, car elles pourraient empêcher la réflexion du soleil.

Stabilisation du cuiseur en cas de vent

• Laisser cuire le repas sans remuer la nourriture pendant la cuisson. Éviter d'ouvrir le sac pendant la cuisson, car cela entraîne une perte de chaleur.

• Lorsque la cuisson est terminée, porter des lunettes de soleil pour éviter la réflexion du soleil et utiliser des gants de cuisine ou des torchons pour éviter les brûlures, car les plats sont très chauds. Se placer devant le cuiseur, dos au soleil, et retirer le plat. Attention à la vapeur qui se dégage lors de l'ouverture du plastique, elle est très chaude et peut entraîner des brûlures.



Retrait du plat du cuiseur

Utilisation du cuiseur boîte ou du cuiseur à panneaux pour la pasteurisation des aliments

Outre la cuisson alimentaire, les cuiseurs solaires peuvent être utilisés pour la pasteurisation des liquides et des aliments. Pour éviter toute contamination des aliments, il est indispensable de respecter les règles d'hygiène élémentaires décrites ci-dessus.

De plus, il est indispensable de conserver les aliments pasteurisés dans des récipients bien secs et fermés hermétiquement.

>>> Pasteurisation des liquides et aliments

L'eau impure est un problème majeur de santé, car elle cause des maladies telles que le choléra, la dysenterie, la typhoïde, le ver de Guinée ou l'hépatite A. La pasteurisation permet de tuer les germes par exposition à la chaleur. Les cuiseurs solaires permettent de chauffer l'eau à haute température pour la débarrasser des microbes (*Escherichia coli*, rotavirus, *Giardia lambia*, virus de l'hépatite A). Le lait et les aliments sont pasteurisés quand ils sont chauffés à 71 °C.

Il n'est pas utile de faire bouillir les liquides si on dispose d'un indicateur attestant que la pasteurisation a bien eu lieu.

>>> Vérification de la pasteurisation de l'eau

Pour s'assurer que la pasteurisation de l'eau a été correctement effectuée, on peut utiliser un indicateur WAPI (Water Pasteurization Indicator). Ce dispositif simple et réutilisable contient un morceau de cire qui fond lorsque l'eau a atteint la température de pasteurisation, permettant ainsi de démontrer que l'eau a atteint la température adéquate.



Si on ne dispose pas d'indicateur, faire bouillir l'eau pendant 5 minutes afin de s'assurer que toutes les bactéries ont bien été détruites.

La pasteurisation ne purifie pas l'eau des produits chimiques dangereux comme le mercure ou l'arsenic. Pour lutter contre les champignons thermorésistants, il est indispensable de stériliser l'eau, les liquides, les produits et instruments médicaux avec des cuiseurs spéciaux et très puissants qui atteignent de fortes températures (plus de 150 °C).

1.6 Coût des cuiseurs solaires

En Afrique, le bois, le charbon de bois, le gaz et les résidus agricoles (déchets de noix de palme, bouses de vache, etc.) constituent la majeure partie de l'énergie domestique. Un ménage consomme en moyenne 5 kg de bois par jour. Les besoins familiaux s'élèvent donc à 1825 kg de bois par an. Le prix du bois étant en moyenne de 80 FCFA par kg, les dépenses annuelles destinées à l'achat du bois sont d'environ 146 000 FCFA (222,50 €) par ménage. Pour ce qui est de la consommation du gaz, elle est en moyenne de 12,5 kg par mois et par ménage, soit 150 kg de gaz par an. Le prix d'une bouteille de gaz de 12,5 kg étant d'environ 6 000 FCFA, les dépenses annuelles de gaz sont de 72 000 FCFA (109,70 €) pour les ménages concernés.
Bien que les cuiseurs solaires ne puissent être utilisés que par temps ensoleillé, ils constituent une alternative intéressante en raison de la gratuité de la source d'énergie utilisée et des effets positifs sur l'environnement (pas de pollution de l'air, réduction de la déforestation).

COÛT DE FABRICATION D'UN CUISEUR BOÎTE

	Unité	*Quantité*	*Prix unitaire en FCFA*	*Prix total en FCFA*
Plaques de bois de 1,5 m x 1,5 m (en l'absence de boîtes en bois, fabriquer deux boîtes en carton dont 1 boîte d'environ 45 cm x 45 cm et 1 autre d'environ 40 cm x 40 cm)	1	1	10 000	10 000
Aluminium ménager	1 rouleau de 5 m	1	2 500	2 500
Plaque de plastique ou plaque en verre de 3 mm d'épaisseur et de 43 cm x 37 cm	1 plaque	1	10 000	10 000
Blocs de mousse, papier journal, laine de mouton, cendres ou fibres de plantes séchées	vrac	0,5 m²	2 000	2 000
Carton d'emballage rigide de 1 m x 2 m	1	1	2 000	2 000
Colle	1 pot de 100 à 200 ml	1	5 000	5 000
Vis, clous	1 boîte		5 000	5 000
Équipement (ciseaux, règle)	2	1	5 000	5 000
Main-d'œuvre			10 000	20 000
TOTAL				**61 500**

Le coût d'investissement d'un cuiseur boîte rigide est d'environ 61 500 FCFA soit 93,75 €.

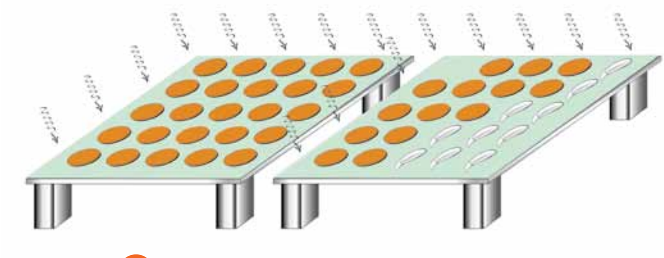
COÛT DE FABRICATION D'UN CUISEUR À PANNEAUX				
	Unité	***Quantité***	***Prix unitaire en FCFA***	***Prix total en FCFA***
Papier de 1 m x 1,30 m	1	1	2 000	2 000
Carton d'emballage rigide de 1 m x 1,30 m	1	1	3 000	3 000
Colle	1 pot de taille moyenne	1	5 000	5 000
Aluminium ménager	1 rouleau de 5 m	1	2 500	2 500
Équipement (ciseaux, règle)	1		5 000	5 000
Main-d'œuvre		1	10 000	10 000
TOTAL				**27 500**

Le coût d'investissement d'un cuiseur à panneaux est d'environ 27 500 FCFA soit 41,90 €.
Ces investissements sont largement récupérés en moins d'un an d'utilisation.
La rentabilité de ces cuiseurs dépend de leur fréquence d'utilisation.

2
SÉCHOIRS SOLAIRES

2.1 Différents types de séchoirs

Les aliments sont traditionnellement étalés au soleil et séchés à l'air libre. Cette méthode traditionnelle demande beaucoup de manipulations et engendre de nombreuses pertes dues aux contaminations par des insectes, du sable et des cailloux. Ce guide présente des techniques de séchage améliorées **(séchoir solaire direct ou séchoir solaire indirect)** qui permettent de limiter les pertes dues aux contaminations, de gagner du temps et d'obtenir des produits de meilleure qualité. Il est donc important de choisir le séchoir le plus adapté aux besoins et aux capacités des ménages concernés.



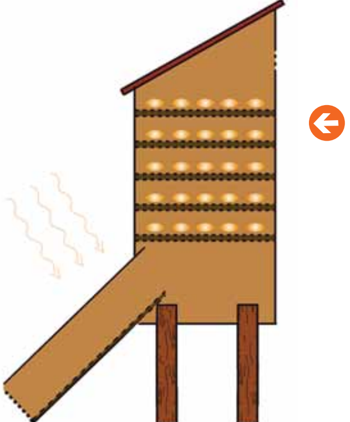
Méthode de séchage traditionnel

La technique de séchoir solaire direct est plus efficace que la méthode traditionnelle car les aliments sont protégés derrière une vitre, ce qui permet d'obtenir des températures plus élevées. De plus les aliments sont protégés des éventuelles contaminations (poussière, sable, etc...) grâce à la vitre. Les rayons du soleil amplifiés par une vitre atteignent directement les aliments et les sèchent. Cependant, ces rayons détruisent également les vitamines et les éléments nutritifs. Les aliments perdent alors de leur goût, de leur couleur et de leur saveur. De plus, une ventilation insuffisante peut engendrer des problèmes de moisissures en cas d'humidité ambiante.



Séchoir solaire direct

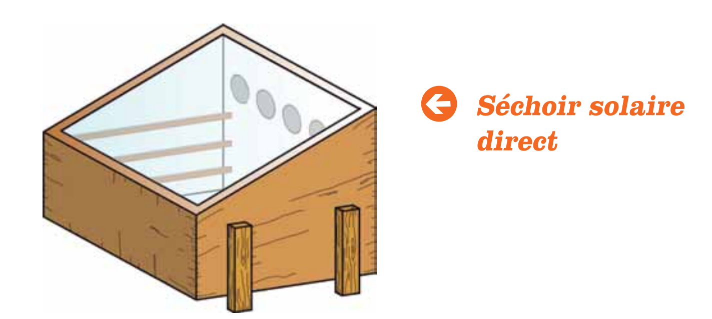
La technique du séchoir solaire indirect est plus longue à mettre en œuvre et plus coûteuse. Elle présente cependant l'avantage de préserver les vitamines et les éléments nutritifs et de conserver la couleur des aliments. Les rayons solaires n'arrivent pas directement sur les aliments, mais sur une surface transparente à fond noir qui joue le rôle de capteur solaire. L'air ainsi chauffé par ce capteur circule dans le séchoir et sèche les aliments. La circulation d'air chaud permet une bonne ventilation et élimine tous les problèmes d'humidité. Les aliments ainsi séchés ne perdent pas leurs qualités nutritionnelles.



Séchoir solaire indirect

2.2 Construction d'un séchoir solaire direct

Les aliments sont étalés sur des claies à l'intérieur d'une boîte recouverte d'une vitre pour augmenter la température et protéger les aliments. Des ouvertures permettent une petite ventilation à l'arrière du séchoir.



Séchoir solaire direct

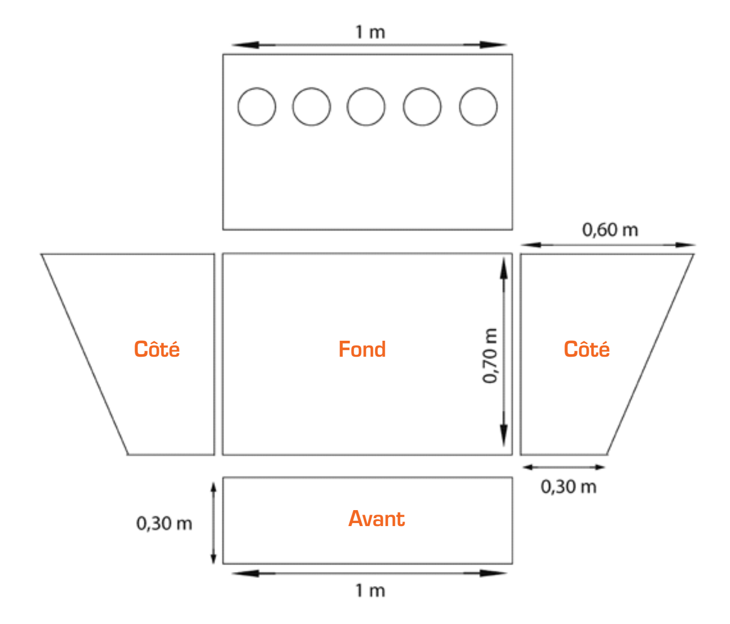
Pour le bon fonctionnement du séchoir solaire, la vitre du séchoir doit faire un angle de 45° par rapport au sol et le séchoir doit être orienté face au sud.

Matériaux nécessaires

• Une plaque en bois ou plusieurs morceaux de bois d'épaisseur de 0,5 cm à 2 cm
• Une plaque en plastique type plexiglas ou une plaque de verre de 1 m x 60 cm
• Des tasseaux en bois ou des baguettes de bois d'une longueur totale de 3,50 m
• Des charnières
• Des poignées
• Des vis, des clous
• De la colle silicone
• Une moustiquaire

Construction de la boîte du séchoir direct

• Découper le bois comme indiqué sur le schéma ci-dessous.



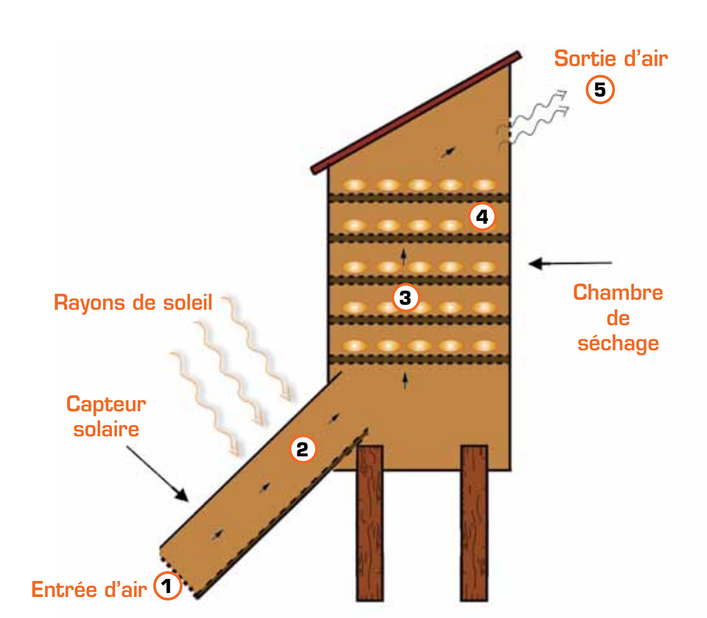
• Faire des trous au fond et dans la partie arrière. Ces trous permettront d'assurer la ventilation du séchoir.
• Fixer les différentes parties ensemble : fixer les côtés sur le fond, fixer ensuite l'arrière et le devant.
• Fabriquer deux cadres en bois aux dimensions de la boîte. Poser la vitre sur le premier cadre, fermer avec un joint en silicone, fixer le deuxième cadre sur l'autre côté de la vitre de la même façon.
• Fixer deux charnières entre le cadre de la vitre et l'arrière de la boîte.
• Fixer des tasseaux à l'intérieur de la boîte comme indiqué sur le schéma. Ces tasseaux permettront de soutenir les claies.

• Fabriquer deux claies avec des tasseaux. Faire des cadres en bois de 95 cm x 55 cm et fixer une moustiquaire dessus.
• Fixer la moustiquaire sur toutes les aérations, ainsi que sous le séchoir et à l'arrière de celui-ci.
• Fixer deux morceaux de bois sur chacun des côtés pour surélever le séchoir au-dessus du sol, comme indiqué sur le schéma.

2.3 Construction d'un séchoir solaire indirect

Pour le bon fonctionnement des séchoirs solaires directs ou indirects, les deux éléments importants sont l'orientation par rapport au soleil et la ventilation. Il est essentiel de toujours avoir un angle de 35° à 45° face au sud, et de mettre en place une ventilation correcte.

Tous les séchoirs solaires indirects sont composés de deux parties : le capteur solaire et la chambre de séchage (voir schéma). Ce guide technique détaille la construction simple et rapide d'un séchoir solaire vertical, c'est-à-dire dans lequel le capteur solaire se situe sous la chambre de séchage. Le plan décrit ci-dessous peut être adapté pour construire des séchoirs de tailles différentes.



1/ *Entrée d'air.*
2/ *Le capteur solaire est réalisé avec des matériaux noirs recouverts d'une vitre. Les rayons du soleil arrivent sur la vitre et chauffent l'air.*
3/ *L'air chaud circule dans la chambre de séchage. Les aliments étalés sur des claies sont déshydratés par la circulation d'air chaud.*
4/ *Deux fenêtres latérales peuvent être ouvertes pour moduler la température à l'intérieur de la chambre.*
5/ *L'évacuation de l'air chaud se fait par une ouverture située au-dessus de la porte A.*

Les différentes parties du séchoir solaire

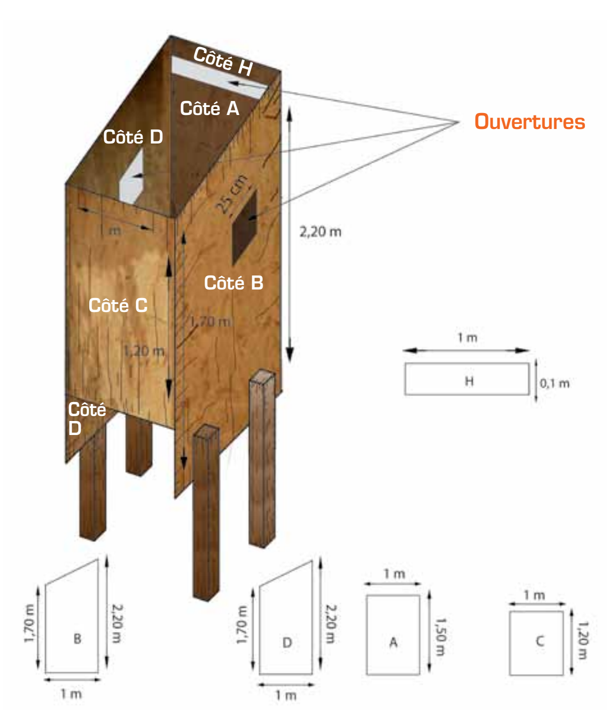
Idéalement, la température à l'intérieur du séchoir doit être de 45 à 50 °C. Elle peut être modulée par l'ouverture ou la fermeture de fenêtres sur les côtés. Il est utile de contrôler la température avec un thermomètre, car une température trop chaude cuit les aliments et une température trop basse ne permettra pas de sécher les aliments, et ils s'abîmeront.

Matériaux nécessaires

- Du contreplaqué ou des planches de bois récupérées
- De la tôle galvanisée
- Des tasseaux en bois ou des baguettes de bois
- Du joint d'isolation en silicone
- Une plaque en plastique (ou en verre s'il est impossible de se procurer du plastique)
- De la peinture noire
- Des vis et des pointes
- 4 charnières
- 3 serrures de porte
- Du grillage ou de la moustiquaire pour les entrées et sorties d'air
- De la mousse synthétique (facultatif)
- Un thermomètre (facultatif)

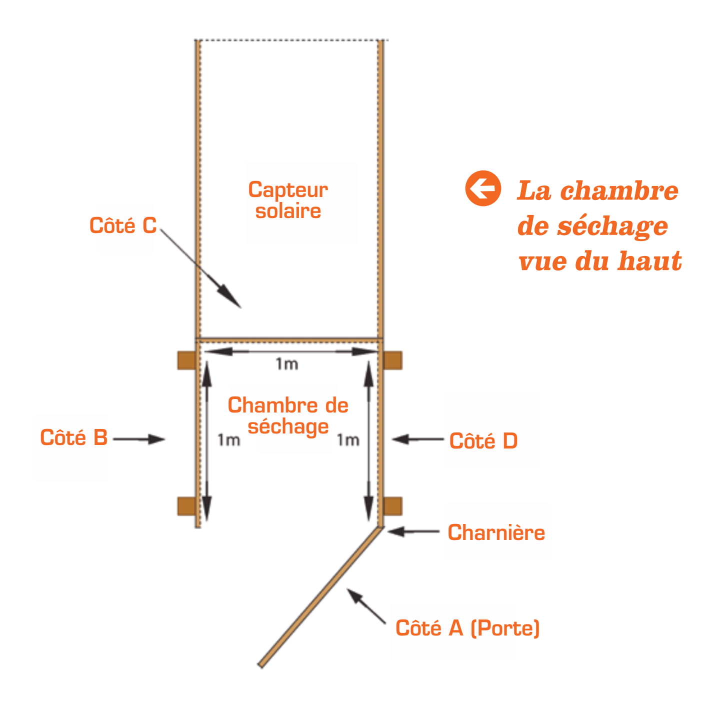
Construction de la chambre de séchage

- Découper les parties A, B, C, D et H dans du bois selon les dimensions indiquées sur les schémas. La porte sera formée par la partie A et située à l'opposé du capteur solaire. Le capteur solaire sera fixé sous la partie C.

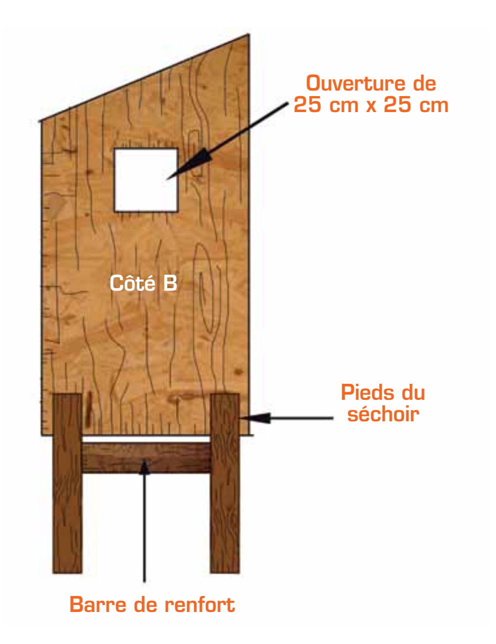


Les différentes parties de la chambre de séchage

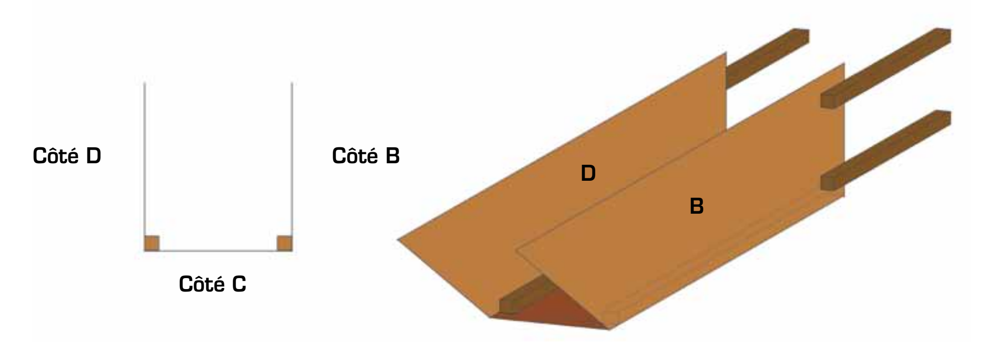
La chambre de séchage vue du haut



• Découper un carré de 25 cm x 25 cm dans le côté B comme indiqué sur les schémas.

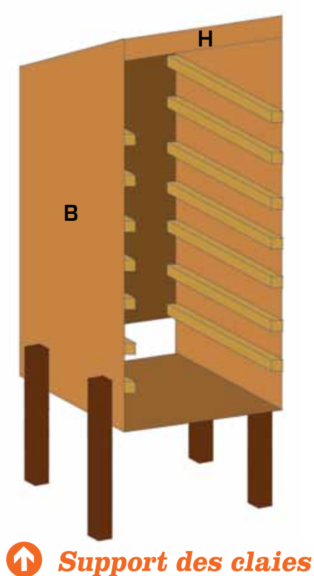


• Faire de même avec le côté D. Ces ouvertures permettront de réguler la température.
• Pour la base du séchoir, découper les pieds : 4 morceaux de bois de 10 cm de côté et de 90 cm de long. L'épaisseur de ces tasseaux est importante, car ils formeront la base qui portera l'ensemble du séchoir.
• Fixer deux morceaux de bois sur l'extérieur du côté B et deux autres sur l'extérieur du côté D, comme indiqué sur le schéma. Ajouter une planche entre ces deux pieds pour assurer une bonne stabilité.
• Assembler les parties B, C et D en utilisant des baguettes de bois sur les parties intérieures, comme indiqué sur le schéma.



Assemblage des côtés de la chambre de séchage

• Découper 6 baguettes en bois de 80 cm de longueur. Les fixer sur les parties intérieures des côtés B et D, à 20 cm l'une de l'autre, comme indiqué sur le schéma. Elles serviront de support pour les claies.

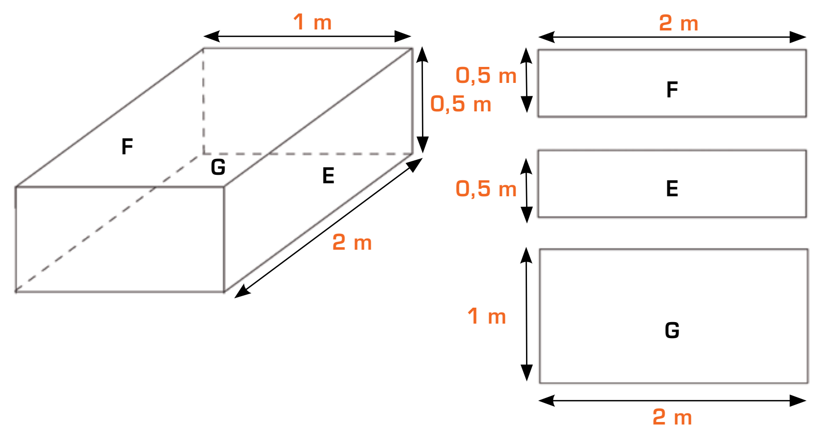


Support des claies

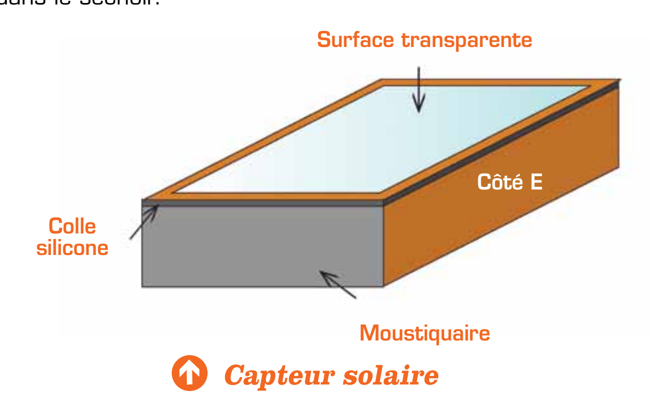
• Fixer la partie A, qui formera la porte, de manière à laisser une ouverture de 10 cm au-dessus de la porte. Mettre deux charnières et un système de fermeture. Poser le coté H entre les côtés B et D au-dessus de l'ouverture de la sortie d'air.

Construction du capteur solaire

• Découper les morceaux E, F et G selon les dimensions indiquées sur le schéma. Peindre les surfaces intérieures des parties E, F et G avec de la peinture noire.



• Assembler les parties E, F et G en utilisant des baguettes placées à l'intérieur.
• Poser la vitre sur le dessus du capteur solaire, la fixer sur les côtés F et G avec de la colle silicone.
• Poser la moustiquaire sur le côté, comme indiqué sur le schéma. La moustiquaire laissera l'air passer, mais empêchera les insectes d'entrer dans le séchoir.



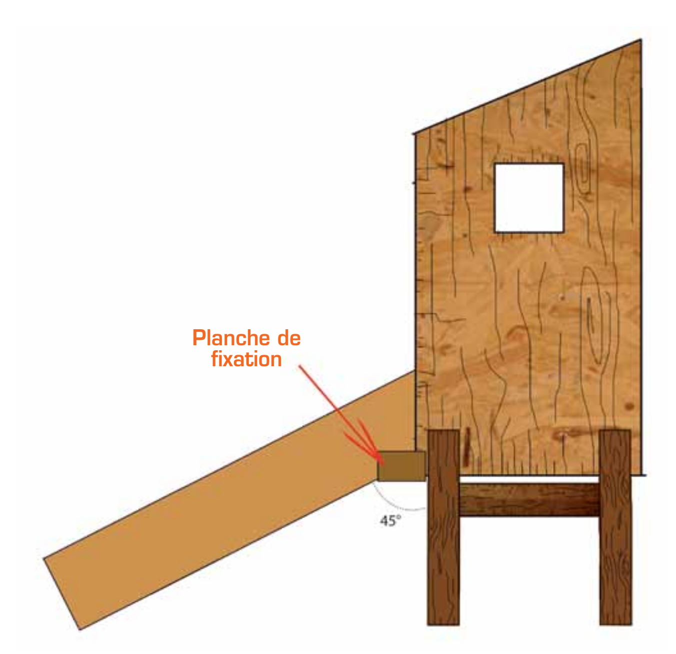
Capteur solaire

Construction des claies de séchage

• Les 5 claies de séchage sont des carrés de 97 cm x 97 cm. Elles sont réalisées avec des baguettes en bois. Un grillage fin ou un morceau de moustiquaire est attaché sur chaque carré, comme indiqué sur le schéma.

Assemblage du capteur solaire et de la chambre de séchage

• Fixer le capteur solaire sur la chambre de séchage à l'aide de planches de bois sur les côtés B et D, comme indiqué sur le schéma. Pour une bonne orientation du capteur solaire, l'angle entre le capteur et la chambre de séchage doit être de 45 °C.



Assemblage de la chambre de séchage avec le capteur solaire

• Il est important d'assurer une bonne étanchéité entre le capteur solaire et la chambre de séchage afin d'obtenir une bonne circulation d'air chaud. Boucher les trous et les ouvertures avec du bois ou de la colle silicone.

Construction du toit du séchoir solaire

• Découper 1 morceau de tôle de 1,40 m x 1,40 m et le fixer sur le dessus de la chambre de séchage.

Finitions du séchoir solaire

• Découper deux morceaux de bois de 27 cm x 27 cm pour fermer les fenêtres latérales. Utiliser des charnières pour fixer ces carrés sur les ouvertures des côtés B et D. Poser des systèmes de fermeture. Tous les orifices du séchoir doivent être fermés ou recouverts de moustiquaire pour éviter que les insectes entrent dans le séchoir.
• Fixer des morceaux de moustiquaire sur les fenêtres latérales.
• Fixer un morceau de moustiquaire au-dessus de la porte pour la sortie de l'air chaud.
• Vérifier l'étanchéité de la porte. Poser des morceaux de bois ou de mousse pour calfeutrer les orifices si nécessaire.

2.4 Utilisation des séchoirs solaires

• Installer le séchoir dans un endroit bien ensoleillé, orienté plein sud.
• Laver les aliments avant de les sécher, retirer ceux qui sont abîmés.
• Pour faciliter le processus de séchage, lorsque c'est possible, découper les aliments en fines lamelles ou en petits morceaux. Les petits aliments ne pouvant pas être découpés pourront être séchés tels quels.
• Il faut 1 à 4 jours pour sécher des aliments par temps ensoleillé. En cas de mauvais temps, rentrer le séchoir dans un lieu sec, sous un abri. Si le mauvais temps persiste, il est possible de terminer le chauffage au four doux.
• Conserver les aliments séchés dans une boîte hermétique et propre, de préférence dans un lieu sec et frais.

2.5 Coût des séchoirs solaires

COÛT DE FABRICATION D'UN SÉCHOIR SOLAIRE DIRECT (EN FCFA)				
	Unité	*Quantité*	*Prix unitaire en FCFA*	*Prix total en FCFA*
Plaques en bois de 0,5 cm à 2 cm d'épaisseur et de 2,10 m x 1,60 m	1	1	10 000	10 000
Tasseaux ou baguettes en bois d'une longueur totale de 10 m	1 m	10	1 000	10 000
Plaque en plastique (plexiglas) ou plaque en verre de 1 m x 0,70 m	1	1	10 000	10 000
Colle silicone	1 tube	1	5 000	5 000
Peinture noire	1 pot de 100 ml	1	5 000	5 000
Vis et pointes	1 boîte	1	5 000	5 000
Charnières		1	5 000	10 000
Moustiquaire de 1 m x 1 m		1	5 000	5 000
Main-d'œuvre	2	1	10 000	20 000
TOTAL				**80 000**

COÛT DE FABRICATION D'UN SÉCHOIR SOLAIRE INDIRECT (EN FCFA)				
	Unité	*Quantité*	*Prix unitaire en FCFA*	*Prix total en FCFA*
Plaques en bois d'épaisseur de 0,5 cm à 2 cm et d'une surface totale de 2,20 m x 5 m		1	10 000	10 000
Plaque en plastique type plexiglas ou plaque de verre de 1 m x 2 m	1 m	1	10 000	10 000
Tasseaux ou baguettes en bois de 2 cm x 2 cm, d'une longueur totale de 24 m	1 m	10	1 000	10 000
Tasseaux en bois de 10 cm x 10 cm, d'une longueur totale de 1,20 m Charnières		10	1 000	10 000
Poignées		2	5 000	10 000
Serrure de porte		1	15 000	15 000
Peinture noire		1	15 000	15 000
Tôle ondulée de 1,10 m x 1,10 m		1	5 000	5 000
Moustiquaire de 1 m x 1 m		1	3 600	3 600
Vis et pointes	1 boîte	1	5 000	5 000
Colle silicone	1 tube	1	5 000	5 000
Main d'œuvre	6	1	10 000	60 000
TOTAL				**163 600**

Les séchoirs solaires peuvent être réalisés à partir de 80 000 FCFA (121,95 €). La capacité de séchage est de 1 à 10 kg de produits frais par jour. Leur rentabilité dépend de la fréquence d'utilisation.

Pour réduire le coût des séchoirs, utiliser des matériaux locaux et, dans le mesure du possible, de récupération. Cet investissement est rapidement rentabilisé.



AUTRES INFORMATIONS

3.1 Références bibliographiques

Benkhelfellah R., El Mokretar S., Miri R. et Belhamel M., 2005. Séchoirs solaires. Études comparatives de la cinétique de séchage des produits agroalimentaires dans des modèles de types direct et indirect, 12es Journées Internationales de Thermique Maroc.

Berhinger R. et Götz M., 2009. Cuiseurs solaires : Autoconstruction et recettes Ed. La Plage.

Dudez P., 1996. Le séchage solaire à petite échelle des fruits et légumes, Expériences et procédés. (CIRAD) Ed. du GRET, ministère de la Coopération.

Lorenz-Ladener C. et Griesmar D., 2011. Séchoirs solaires : Construction et utilisation. Ed. La Plage.

Miri R., Mokrani O., Siad F. et Belhamel M., 2002. Étude expérimentale d'un Séchoir Solaire, Rev. Energ. Ren. : Zones Arides, p. 41-48.

Rioux A., 1995. Amélioration et diversification du séchage solaire domestique des fruits, des légumes et des feuilles, Archives de documents de la FAO.



3.2 Contacts utiles

Association Bolivia Inti
18, rue Gaëtan Rondeau
44 200 Nantes (France)
Tél. : (+33) 02 51 86 04 04
Courriel : soleil@boliviainti.org
www.boliviainti-sudsoleil.org

Association Solemyo
Rue des Gares 15
1201 Genève (Suisse)
Tél. : (+41) 22 734 734 0
Courriel : solemyo@cuisinesolaire.com, exsol@cuisinesolaire.com,
mickael@cuisinesolaire.com
www.cuisinesolaire.com

Dans la même collection…



Production améliorée du bananier plantain
E. Lionelle Ngo-Samnick

Élevage des aulacodes
E. Lionelle Ngo-Samnick

Production et transformation du rotin
E. Lionelle Ngo-Samnick

Fabrication d'une pompe manuelle
Thomas Simb Simb

Production et transformation du maïs
Maybelline Escalante-Ten Hoopen & Abdou Maïga

Technique améliorée de fabrication artisanale de savons et détergents
Martial Gervais Oden Bella

Élevage des oies
Irénée Modeste Bidima

Production et transformation du cacao
Kokou Edoh Adabe & E. Lionelle Ngo-Samnick

Fabrication de cuiseurs et séchoirs solaires

PRO-AGRO est une collection d'ouvrages pratiques et illustrés, coéditée par le CTA et ISF Cameroun. Elle constitue un outil d'information idéal pour les agriculteurs, les communautés rurales et les agents de vulgarisation œuvrant en zone tropicale et sub-tropicale.
Ce guide technique présente des méthodes simples de fabrication et d'utilisation des cuiseurs et séchoirs solaires : un cuiseur boîte, un cuiseur à panneaux ainsi qu'un séchoir solaire direct et un séchoir solaire indirect. Ils permettent de satisfaire à faible coût les besoins de transformation alimentaire de diverses populations. Ils sont économiques, respectueux de l'environnement, facilement réalisables et peuvent être utilisés en toute autonomie.

• **Le Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA)** est une institution internationale conjointe des États du Groupe ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique) et de l'Union européenne (UE). Il intervient dans les pays ACP pour améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle, accroître la prospérité dans les zones rurales et garantir une bonne gestion des ressources naturelles. Il facilite l'accès à l'information et aux connaissances, favorise l'élaboration des politiques agricoles dans la concertation et renforce les capacités des institutions et communautés concernées. Le CTA opère dans le cadre de l'Accord de Cotonou et est financé par l'UE.

• **Ingénieurs Sans Frontières (ISF)** est un réseau professionnel établi dans plus de 52 pays pour promouvoir le développement humain à travers l'accès aux connaissances scientifiques et techniques. Au Cameroun, ISF accompagne les populations dans leur lutte pour le développement en renforçant leurs capacités techniques par le partage et la diffusion des informations adaptées à leurs besoins.


ISBN 978-92-9081-554-9





